

REVISTA CERES

Setembro a Dezembro de 1965

VOL. XII

N. 71

Viçosa — Minas Gerais

UNIVERSIDADE RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS

RESPOSTA DO FEIJOEIRO À APLICAÇÃO DE N, P, K e

CALCÁRIO NA ZONA DA MATA, MINAS GERAIS *

Luiz Antônio Nogueira Fontes, Fábio Ribeiro Gomes
e Clibas Vieira **

1. INTRODUÇÃO

Resultados de experiências de adubação química do feijoeiro, (*Phaseolus vulgaris* L.) em Minas Gerais, são escassos na literatura.

Estudos sobre adubação N-P-K realizados em Belo Horizonte, no antigo Instituto Agronômico de Minas Gerais, durante 6 anos, por ANDRADE e COIMBRA (1), GOUVÉA et alii (5) e SILVA e GOUVÉA (11), mostraram influência positiva apenas da adubação fosfatada. Em Sete Lagoas, ANDRADE e COIMBRA (1), GOUVÉA et alii (5) e MELO et alii (8) não verificaram efeito da adubação N-P-K. Em Viçosa e Inhapim, VIEIRA e GOMES (12) encontraram, em ensaios de adubação N-P-K, apenas resposta à adubação fosfatada.

* Projeto 27-A-60 da Diretoria Geral de Experimentação e Pesquisa da UREMG. Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à Escola de Pós-Graduação da UREMG, como parte das exigências para a obtenção do grau de "Magister Scientiae".

** Instrutor do Departamento de Agronomia, Prof. Catedrático de Estatística Experimental e Prof. Catedrático de Agricultura Geral e Melhoramento de Plantas da Escola Superior de Agricultura da UREMG, respectivamente.

Na primeira localidade, com aplicação de 120 kg/ha de P₂O₅, observaram aumento de produção de 5 vezes, em relação aos tratamentos sem adubo fosfatado. No segundo plantio, o efeito residual deste adubo foi suficiente para dobrar a produção. No terceiro plantio, não verificaram nenhum efeito residual. Em Inhapim, observaram aumento de produção da ordem de 28% para as parcelas adubadas com fósforo, em relação àquelas sem esse elemento.

No presente trabalho, são apresentados seis ensaios de aplicação de N, P, K e calcário, na cultura do feijão, conduzidos em Minas Gerais, em quatro diferentes localidades da Zona da Mata e em uma localidade da Zona do Rio Doce, mas bastante próxima daquela primeira Zona (Inhapim).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Primeiro Ensaio de Ponte Nova.

Neste ensaio, realizado na época "da seca" de 1962, em solo de baixada, arenoso e pobre (quadro 1), foi usado o delineamento fatorial 3 x 3 x 3, com repetição fracionada de 1/3, conforme descrição de COCHRAN e COX (2). Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados completos, com quatro repetições, utilizando-se os seguintes níveis de elementos, em kg/ha:

N : 0 - 20 - 40

P₂O₅ : 0 - 60 - 120

K₂O : 0 - 35 - 70

As fontes dos elementos foram: sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

Duas repetições receberam calcário, na dose de 2.000 kg/ha, misturado aos dez primeiros centímetros do solo, por ocasião do plantio. O calcário usado neste experimento e nos relatados a seguir, foi o calcítico moído.

Cada parcela experimental era constituída por quatro filei-

ras de cinco metros de comprimento, espaçadas entre si de 50 cm. Adotou-se o espaçamento de 8 cm entre sementes, dentro da fileira. O feijão da variedade Rico-23 foi semeado no dia 15 de janeiro de 1962, recebendo uma capina, 22 dias após. Os adubos fosfatado, potássico e amoniacial foram colocados no fundo do sulco de plantio, misturados com a terra e separados das sementes por uma camada de solo de uns 2 cm de espessura, para evitar danos às sementes e às plântulas. [Ver COURY e MALAVOLTA (3), SALTER (9), SAYRE e CLARK (10) e VIEIRA e GOMES (12)]. Tal prática foi seguida em todos os ensaios.

Por ocasião da colheita, realizada em 14 de abril, foram desprezadas as fileiras externas de cada parcela e eliminadas duas plantas, uma em cada extremo das fileiras centrais.

2.2. Segundo Ensaio de Ponte Nova

Utilizou-se um delineamento fatorial 4×2 , em que se combinaram quatro níveis de fósforo com dois de calcário, em presença de azôto e potássio.

Para se ter uma ideia da fertilidade do solo quanto aos elementos N e K, introduziu-se um tratamento com ausência de todos os elementos. As parcelas foram dispostas em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os elementos nitrogênio e potássio apareciam nos seguintes níveis: N 0 e 20 kg/ha, K₂O 0 e 30 kg/ha. O fósforo aparecia nos seguintes níveis de P₂O₅ em kg/ha: 0, 50, 100 e 150. O calcário foi incluído em alguns tratamentos, na base de 2.000 kg/ha.

As fontes dos elementos, o tamanho das parcelas, o espaçamento de plantio e o modo de localização dos adubos, são iguais aos do primeiro ensaio. O feijão, da variedade Rico-23, foi plantado no dia 16 de janeiro de 1962, recebendo uma capina a enxada, 21 dias após a semeadura. Aos 47 dias, fez-se uma aplicação de Endrex, na proporção de 200 cm³/100 l de água, por hectare como prevenção contra o ataque do inseto Anticarsia gemmatalis Hüb. Por ocasião da colheita, realizada em 14 de abril, foram colhidas todas as plantas de cada parcela, infelizmente, por engano, sem a eliminação daquelas usadas como bordadura. O experimento foi localizado em terreno de encosta, com 8% de declive, aproximadamente, solo pesado, tipo massapê. O quadro 1 mostra os resultados da análise química da amostra de solo retirada no local.

QUADRO 1 - Resultados das análises químicas de amostras de terra colhidas nos locais dos experimentos *

| Determinação | Origem das amostras | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------|---------|---------|--------|--------|
| | Ponte Nova 1º ensaio | Ponte Nova 2º ensaio | Inhapim | Ervália | Viçosa | Ubá |
| pH em H ₂ 0 | 5,60 | 5,75 | 6,20 | 5,80 | 5,80 | 6,30 |
| Ca eq. mg/100 g | 1,95 | 3,05 | 5,55 | 2,95 | 2,95 | 5,29 |
| Mg eq. mg/100 g | ... | ... | 0,00 | 0,95 | 0,05 | 1,97 |
| K eq. mg/100 g | ... | 0,60 | ... | ... | ... | 0,24 |
| H eq. mg/100 g | 3,30 | 3,40 | 3,30 | 3,96 | 3,79 | 0,11 |
| C % | 0,72 | 1,29 | 1,71 | 1,10 | 1,52 | 1,91 |
| Mat. Orgânica % | 1,24 | 2,22 | 2,94 | 1,81 | 2,61 | 3,31 |
| P ₂ O ₅ eq. mg/100 g** | 0,0027 | 0,0070 | 0,0104 | 0,0110 | 0,0119 | 0,0310 |

* A amostra de Ubá foi analisada no Laboratório do Departamento de Solos e Adubos da UREMG, as demais no Serviço de Química Agrícola do Instituto Agronômico de Minas Gerais.

** Truog.

2.3. Ensaio de Ervália

O delineamento experimental, os níveis de N, P₂O₅ e K₂O, as fontes dos elementos, os tratamentos, o tamanho das parcelas, o espaçamento de plantio são iguais aos do primeiro ensaio de Ponte Nova. Duas repetições receberam calcário, na proporção de 2.000 kg/ha. O ensaio foi localizado em solo de encosta, argiloso, com declividade média de 5 %. O quadro 1 fornece o resultado da análise química de uma amostra desse solo.

Procedeu-se ao plantio do feijão Rico-23 em 30 de outubro de 1962. Foi feita uma capina no dia 20 de novembro.

Observaram-se os mesmos cuidados do primeiro ensaio de Ponte Nova, na localização dos adubos, no plantio e na eliminação de plantas por ocasião da colheita, executada no dia 26 de janeiro de 1963.

Em consequência do ataque de insetos, foram perdidas as produções de duas parcelas, com tratamentos diferentes, sendo estas estimadas de acordo com o método exposto por GOMES (4).

2.4. Ensaio de Inhapim

O experimento foi instalado na Fazenda Jerusalém, Inhapim, no período "das águas" do ano agrícola 1962/63, em terreno de baixada, argiloso, cujo resultado da análise química de uma amostra de solo, retirada no local, é exposto no quadro 1.

Os tratamentos foram em número de 16, segundo o esquema fatorial $2 \times 4 \times 2 \times 2$ com repetição fracionada de 1/2.

O calcário foi aplicado em 8 tratamentos, em cobertura, na base de 3.000 kg/ha e misturado com o solo até uma profundidade de 10 cm, aproximadamente.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados completos, quatro repetições, e os elementos apareceram nos seguintes níveis, em kg/ha:

N : 0 - 30

P_{2O_5} : 0 - 50 - 100 - 150

K_2O : 0 - 40

O modo de aplicação dos adubos, as fontes dos elementos usados, o tamanho das parcelas, espaçamento e cuidados na colheita, foram iguais ao do primeiro ensaio de Ponte Nova.

O feijão Rico-23 semeado no dia 19 de outubro, recebeu uma capina no dia 6 de novembro, tendo sido colhido em 15 de janeiro de 1963.

2.5. Ensaio de Viçosa

Foi montado no período "das águas" de 1962, em solo de baixada, argiloso. Pelo resultado da análise química de uma amostra de terra do local do ensaio, fornecido no quadro 1, pode-se ter uma ideia da sua fertilidade. O material e os métodos usados neste experimento são iguais aos do segundo ensaio de Ponte Nova, diferindo apenas pela eliminação das bordaduras, por ocasião da colheita.

As sementes do feijão Rico-23 foram plantadas no dia 13 de novembro de 1962. Foi feita uma capina a enxada no dia 1 de dezembro e a colheita se realizou em 5 de fevereiro de 1963.

A fim de verificar o efeito residual dos adubos, foram feitos mais dois plantios no local do ensaio. Um no período "da seca" do ano agrícola 1962/63 e outro no período "das águas" de 1963/64. O primeiro deles, realizado em 6 de fevereiro de 1963, foi colhido no dia 18 de maio. O outro em 3 de dezembro, tendo sido feita a colheita em 5 de março de 1964.

Em virtude da má distribuição de chuvas, o primeiro plantio para verificação do efeito residual, recebeu uma irrigação, por aspersão, no dia 29 de março de 1963.

2. 6. Ensaio de Uba

Utilizou-se delineamento, material e métodos idênticos aos do ensaio de Ervália e primeiro ensaio de Ponte Nova.

Procedeu-se ao plantio do feijão preto Rico-23 no dia 23 de outubro de 1963, em solo plano e argiloso. Fêz-se uma capina em 14 de novembro. Realizou-se a colheita em 16 de janeiro de 1964. O quadro 1 apresenta os resultados da análise química de uma amostra de terra colhida no local do experimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3. 1. Primeiro Ensaio de Ponte Nova

No quadro 2 estão as produções médias obtidas, por hectare, aparecendo no quadro 3 a correspondente análise de variância.

QUADRO 2 - Produções médias de feijão, em kg/ha, para os diferentes níveis de P_{20_5} , em ausência e presença de calcário, obtidas no primeiro ensaio de Ponte Nova.

| Níveis de calcário em kg/ha | Níveis de P_{20_5} em kg/ha | | | Médias |
|--------------------------------|-------------------------------|-------|-------|--------|
| | 0 | 60 | 120 | |
| 0 | 135,0 | 191,0 | 208,0 | 178,0 |
| 2.000 | 166,0 | 231,0 | 304,0 | 233,7 |
| Médias | 150,5 | 211,0 | 256,0 | |

Erro padrão das médias dos tratamentos = 21,4

Erro padrão das médias dos níveis de fósforo = 15,1

Erro padrão das médias dos níveis de calcário = 12,4

QUADRO 3 - Análise de variância dos dados de produção, em g/parcela, do primeiro ensaio de Ponte Nova.

| Fontes de Variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|--------------------|-------|--------|--------|----------|
| Calcário | 1 | 6.561 | 6.561 | 8,04 |
| Rep. em calcário | 2 | 1.632 | 816 | |
| Repetições | 3 | 8.193 | | |
| Efeito do N | 2 | 1.001 | 500 | |
| Efeito do P_L | 1 | 15.708 | 15.708 | 24,39 ** |
| Efeito do P_Q | 1 | 113 | 113 | |
| Efeito do K | 2 | 943 | 472 | |
| Tratamentos | 8 | 23.459 | | |
| Inter. N x Calc. | 2 | 2.629 | 1.314 | 2,04 |
| Inter. P x Calc. | 2 | 1.714 | 857 | 1,33 |
| Inter. K x Calc. | 2 | 1.946 | 973 | 1,51 |
| Erro | 18 | 11.599 | 644 | |
| Total | 35 | 49.540 | | |

C. V. = 25,5%

** F excede o nível de probabilidade de 1%.

Atribuiram-se à má distribuição das chuvas e à baixa capacidade de retenção de água do solo onde foi localizado o ensaio, os baixos rendimentos culturais observados, apresentados no quadro 2.

O fósforo foi o único nutriente responsável pelos aumentos de produção observados. A análise de variância mostrou ser significativo o efeito linear deste elemento. Comparando-se a aplicação de 60 kg/ha de P₂O₅ (dose simples) com os tratamentos sem este adubo, observa-se que esta quantidade do elemento foi suficiente para proporcionar aumento de produção de 40%. A dose dupla de fósforo aumentou o rendimento cultural, em cerca de 70%. Na figura 1 está a curva de resposta estimada para fósforo. Esta curva e as apresentadas a seguir foram calculadas por meio dos polinômios ortogonais, conforme descrição de GOMES (4).

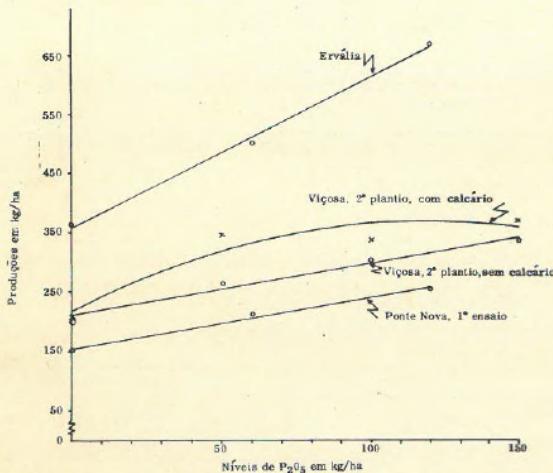


FIG. 1 - Curva de resposta estimada para fósforo.

3. 2. Segundo Ensaio de Ponte Nova

Os quadros 4 e 5 apresentam os resultados médios obtidos e a análise estatística destes dados, respectivamente. Neste ensaio, à semelhança do anterior, o fósforo foi o único nutriente responsável pelos aumentos de rendimentos observados. A análise de variância mostrou serem significativas as componentes linear e quadrática. Os aumentos de produção para as doses simples (50 kg/ha), dupla e tripla, foram de 62%, 67% e 63%, em relação aos tratamentos sem fósforo.

QUADRO 4 - Produções médias de feijão, em kg/ha, do segundo ensaio de Ponte Nova, para os diferentes níveis de P_{205} , em ausência e presença de calcário.

| Níveis de calcário em kg/ha | Níveis de P_{205} em kg/ha | | | | Médias |
|--------------------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | |
| 0 | 614,0 | 1.090,0 | 1.136,0 | 1.098,0 | 984,5 |
| 2.000 | 763,0 | 1.143,0 | 1.160,0 | 1.150,0 | 1.054,0 |
| Médias | 688,5 | 1.116,5 | 1.148,0 | 1.124,0 | |

Testemunha - 630

Erro padrão das médias dos tratamentos = 103,3

Erro padrão das médias dos níveis de fósforo = 73,0

Erro padrão das médias dos níveis de calcário = 51,6

QUADRO 5 - Análise de variância dos dados de produção, em g/parcela, do segundo ensaio de Ponte Nova.

| Fontes de Variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|--------------------|-------|-----------|---------|----------|
| Repetições | 3 | 121.950 | | |
| Efeito do P_L | 1 | 717.302 | 717.302 | 16,81 ** |
| Efeito do P_Q | 1 | 408.834 | 408.834 | 9,58 ** |
| Efeito do P_C | 1 | 46.615 | 46.615 | 1,10 |
| Efeito do Calc. | 1 | 38.157 | 38.157 | |
| Int. P x Calc. | 3 | 18.240 | 6.080 | |
| Tratamentos | 8 | 1.766.746 | | |
| Erro | 24 | 1.023.852 | 42.660 | |
| Total | 35 | 2.912.548 | | |

C. V. = 21,2%

** F excede o nível de probabilidade de 1%.

Conforme se verifica pela figura 2, distribuem-se os dados de produção segundo uma curva do segundo grau.

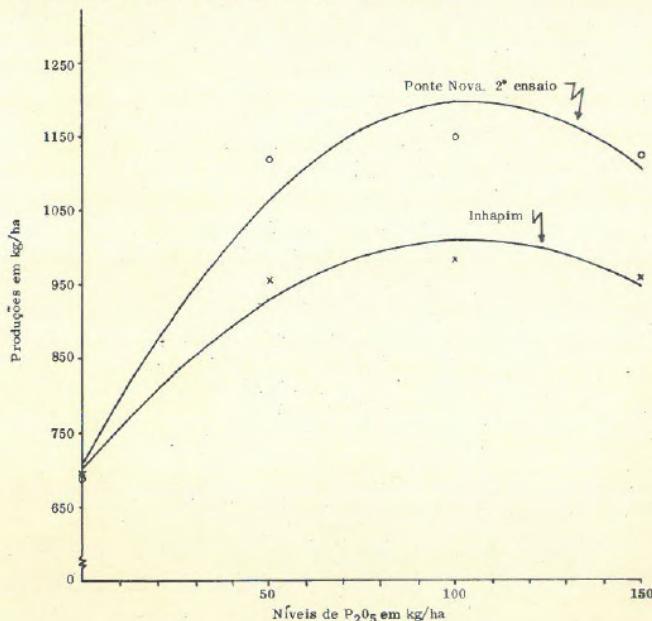


FIG. 2 - Curva de resposta estimada para fósforo.

3.3. Ensaio de Ervália

Conforme mostra o quadro 6, os aumentos de rendimento observados foram consequência da adubação fosfatada.

QUADRO 6 - Produções médias de feijão, em kg/ha, para os diferentes níveis de P_{205} , em ausência e presença de calcário, conseguidas em Ervália.

| Níveis de calcário em kg/ha | Níveis de P_{205} em kg/ha | | | Médias |
|--------------------------------|------------------------------|-------|-------|--------|
| | 0 | 60 | 120 | |
| 0 | 377,0 | 493,0 | 700,0 | 523,3 |
| 2.000 | 348,0 | 511,0 | 634,0 | 497,7 |
| Médias | 362,5 | 502,0 | 667,0 | |

Erro padrão das médias dos tratamentos = 34,5

Erro padrão das médias dos níveis de fósforo = 24,4

Erro padrão das médias dos níveis de calcário = 19,9

A dose dupla de fósforo foi suficiente para quase dobrar a produção média de feijão (aumento de 85%), enquanto a dose simples proporcionou aumento de 38%.

Os resultados da análise de variância, apresentados no quadro 7, mostram que foi significativo o efeito linear deste elemento fertilizante. A função linear, calculada com os dados de produção desse ensaio, é mostrada na figura 1.

QUADRO 7 - Análise de variância dos dados de produção, em g/parcela, do ensaio de Ervália.

| Fontes de Variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|--------------------|-------|---------|---------|---------|
| Calcário | 1 | 1.357 | 1.357 | |
| Rep. em Calcário | 2 | 22.932 | 11.466 | |
| Repetições | 3 | 24.289 | | |
| Efeito do N | 2 | 10.568 | 5.284 | 3,16 |
| Efeito do PL | 1 | 130.390 | 130.390 | 78,08** |
| Efeito do PQ | 1 | 292 | 292 | |
| Efeito do K | 2 | 3.689 | 1.844 | 1,10 |
| Tratamentos | 8 | 146.441 | | |
| Int. N x Calc. | 2 | 6.097 | 3.048 | 1,83 |
| Int. P x Calc. | 2 | 2.514 | 1.257 | |
| Int. K x Calc. | 2 | 3.041 | 1.520 | |
| Erro | 16 | 26.715 | 1.670 | |
| Total | 33 | 209.097 | | |

C. V. = 16,5%

** F excede o nível de probabilidade de 1%.

3.4. Ensaio de Inhapim

Neste ensaio, cujos resultados médios para os diferentes níveis de fósforo, em ausência e presença de calcário, aparecem no quadro 8, mais uma vez se obteve resposta apenas à adubação fosfatada.

QUADRO 8 - Produções médias de feijão, em kg/ha, em Inhapim, para os diferentes níveis de P_{205} , em ausência e presença de calcário.

| Níveis de calcário em kg/ha | Níveis de P_{205} em kg/ha | | | | Médias |
|--------------------------------|------------------------------|---------|---------|---------|--------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | |
| 0 | 692,0 | 907,0 | 946,0 | 903,0 | 862,0 |
| 3.000 | 696,0 | 1.005,0 | 1.022,0 | 1.012,0 | 934,0 |
| Médias | 694,0 | 956,0 | 984,0 | 957,5 | |

Erro padrão das médias dos tratamentos = 60,6

Erro padrão das médias dos níveis de fósforo = 42,9

Erro padrão das médias dos níveis de calcário = 30,3

A análise de variância (quadro 9), mostrou serem altamente significativas as componentes linear e quadrática deste elemento. Assim, a função é expressa por uma curva do segundo grau, conforme aparece na figura 2.

QUADRO 9 - Análise de variância dos dados de produção, em g/parcela, do ensaio de Inhapim.

| Fontes de Variância | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|--------------------------|-------|---------|---------|----------|
| Repetições | 3 | 45.570 | | |
| Efeito do P _L | 1 | 125.176 | 125.176 | 18,19 ** |
| Efeito do P _Q | 1 | 78.190 | 78.190 | 11,36 ** |
| Efeito do P _C | 1 | 6.064 | 6.064 | |
| Efeito do Calc. | 1 | 19.496 | 19.496 | 2,83 |
| Efeito do N | 1 | 1.839 | 1.839 | |
| Efeito do K | 1 | 4.540 | 4.540 | |
| Interações | 9 | 83.642 | 9.294 | 1,35 |
| Tratamentos | 15 | 318.947 | | |
| Erro | 45 | 309.687 | 6.882 | |
| Total | 63 | 674.204 | | |

C. V. = 19,1%

** F excede o nível de probabilidade de 1%.

Os aumentos aproximados de produção foram de 38%, 42% e 38%, respectivamente, para as doses simples, dupla e tripla de P₂O₅, em relação aos tratamentos sem fósforo.

3.5. Ensaio de Viçosa

As produções médias de feijão, em kg/ha, para o primeiro, segundo e terceiro plantios, encontram-se nos quadros 10, 12 e 14, respectivamente. Os quadros 11, 13 e 15, apresentam, na mesma sequência, as análises de variância dos dados dos três plantios.

No plantio "das águas" do ano agrícola 1962/63, foi altamente significativo o efeito do calcário. Embora este tenha sido aplicado, em todos os ensaios, por ocasião da semeadura, apenas neste local foi verificado seu efeito. Provavelmente, nos outros locais, a aplicação de calcário, com meses de antecedência, conforme recomendam LAUTON e KURTZ (6) e MALAVOLTA (7), poderia conduzir a resultados diferentes.

QUADRO 10 - Produções médias de feijão, em kg/ha, para os diferentes níveis de P_2O_5 , em ausência e presença de calcário, obtidas no primeiro plantio em Viçosa.

| Níveis de calcário em kg/ha | Níveis de P_2O_5 em kg/ha | | | | Médias |
|-----------------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | |
| 0 | 992,0 | 1.316,0 | 1.367,0 | 1.490,0 | 1.291,0 |
| 2.000 | 1.124,0 | 1.659,0 | 1.669,0 | 1.649,0 | 1.525,0 |
| Médias | 1.058,0 | 1.487,5 | 1.518,0 | 1.569,5 | |

Testemunha = 962,0

Erro padrão das médias dos tratamentos = 60,8

Erro padrão das médias dos níveis de fósforo = 43,0

Erro padrão das médias dos níveis de calcário = 30,4

QUADRO 11 - Análise de variância dos dados de produção, em g/parcela, no primeiro plantio em Viçosa.

| Fontes de Variância | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|---------------------|-------|---------|---------|----------|
| Repetições | 3 | 20.679 | | |
| Aus. de Calc. | | | | |
| Efeito de P_L | 1 | 111.826 | 111.826 | 32,30 ** |
| Efeito de P_Q | 1 | 9.555 | 9.555 | 2,76 |
| Efeito de P_C | 1 | 5.561 | 5.561 | 1,61 |
| Pres. de Calc. | | | | |
| Efeito de P_L | 1 | 117.735 | 117.735 | 34,01 ** |
| Efeito de P_Q | 1 | 72.227 | 72.227 | 20,86 ** |
| Efeito de P_C | 1 | 11.353 | 11.353 | 3,28 |
| Efeito do Calc. | 1 | 102.603 | 102.603 | 29,64 ** |
| Tratamentos | 8 | 596.845 | | |
| Erro | 24 | 83.085 | 3.462 | |
| Total | 35 | 700.609 | | |

C. V. = 9,0%

** F excede o nível de probabilidade de 1%.

QUADRO 12 - Produções médias de feijão, em kg/ha, para os diferentes níveis de P_{205} , em ausência e presença de calcário, obtidas no segundo plantio de Viçosa.

| Níveis de calcário em kg/ha | Níveis de P_{205} em kg/ha | | | | Médias |
|-----------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|---------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | |
| 0 | 205,0 | 264,0 | 302,0 | 337,0 | 277,0 ✓ |
| 2.000 | 209,0 | 347,0 | 337,0 | 369,0 | 315,5 ✓ |
| Médias | 207,0 | 305,5 | 319,5 | 353,0 | |

Testemunha = 186,0

Erro padrão das médias dos tratamentos = 22,3

Erro padrão das médias dos níveis de fósforo = 15,7

Erro padrão das médias dos níveis de calcário = 11,1

QUADRO 13 - Análise de variância dos dados de produção, em g/parcela, do segundo plantio de Viçosa.

| Fontes de Variância | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|---------------------|-------|--------|--------|----------|
| Repetições | 3 | 13.571 | | |
| Aus. de Calc. | | | | |
| Efeito do P_L | 1 | 8.778 | 8.778 | 18,92 ** |
| Efeito do P_Q | 1 | 132 | 132 | |
| Efeito do P_C | 1 | 16 | 16 | |
| Pres. de Calc. | | | | |
| Efeito de P_L | 1 | 10.397 | 10.397 | 22,41 ** |
| Efeito de P_Q | 1 | 2.601 | 2.601 | 5,61 * |
| Efeito de P_C | 1 | 1.656 | 1.656 | 3,57 |
| Efeito do Calc. | 1 | 2.814 | 2.814 | 6,06 * |
| Tratamentos | 8 | 36.428 | | |
| Erro | 24 | 11.140 | 464 | |
| Total | 35 | 61.139 | | |

C. V. = 15,7%

* F excede o nível de probabilidade de 5%

** F excede o nível de probabilidade de 1%

QUADRO 14 - Produções médias de feijão, em kg/ha, para os diferentes níveis de P_2O_5 , em ausência e presença de calcário, para o terceiro plantio de Viçosa.

| Níveis de calcário em kg/ha | Níveis de P_2O_5 em kg/ha | | | | Médias |
|--------------------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 50 | 100 | 150 | |
| 0 | 1.255,0 | 1.292,0 | 1.448,0 | 1.537,0 | 1.383,0 |
| 2.000 | 1.468,0 | 1.652,0 | 1.773,0 | 1.704,0 | 1.649,0 |
| Médias | 1.361,5 | 1.472,0 | 1.610,5 | 1.620,5 | |

Testemunha = 1242,0

Êrro padrão das médias dos tratamentos = 151,5

Êrro padrão das médias dos níveis de fósforo = 107,1

Êrro padrão das médias dos níveis de calcário = 75,7

QUADRO 15 - Análise de variância dos dados de produção, em g/parcela, do terceiro plantio em Viçosa.

| Fontes de Variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|--------------------|-------|---------|---------|--------|
| Repetições | 3 | 64.398 | | |
| Aus. de Calc. | | | | |
| Efeito de P_L | 1 | 46.997 | 46.997 | 2,18 |
| Efeito de P_Q | 1 | 613 | 613 | |
| Efeito de P_C | 1 | 1.593 | 1.593 | |
| Pres. de Calc. | | | | |
| Efeito de P_L | 1 | 32.000 | 32.000 | 1,49 |
| Efeito de P_Q | 1 | 15.006 | 15.006 | |
| Efeito de P_C | 1 | 781 | 781 | |
| Efeito do Calc. | 1 | 132.998 | 132.998 | 6,18 * |
| Tratamentos | 8 | 292.205 | | |
| Êrro | 24 | 516.356 | 21.515 | |
| Total | 35 | 872.959 | | |

C. V. = 20,4%

* F excede o nível de probabilidade de 5%.

O fósforo, reforçando os resultados dos ensaios discutidos anteriormente, apresentou efeito bastante pronunciado. Quando em ausência de calcário, apenas seu efeito linear foi significativo. Quando em presença de calcário, apresentou efeito altamente significativo para as componentes linear e quadrática.

As maiores produções, conforme se observa no quadro 10, foram obtidas com aplicação de 150 kg/ha de P₂O₅, estando ausente o calcário, e 100 kg/ha, em presença d'este, dando aumentos de rendimento de 50% e 48%, respectivamente, quando comparados com os tratamentos sem fósforo.

Observa-se que, para as condições d'este ensaio, houve melhor aproveitamento do fósforo, em presença de calcário, como se pode ver, de modo mais claro, através da figura 3.

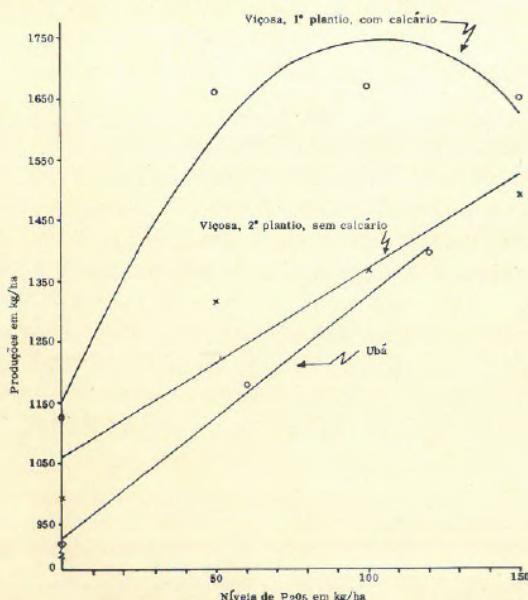


FIG. 3 - Curva de resposta estimada para fósforo.

Quando se aplicaram 50 kg/ha de P₂O₅, nas parcelas sem calcário, obteve-se um aumento médio de produção de 324 kg/ha (33%), em relação aos tratamentos sem fósforo. A mesma dose de fósforo, estando presente o calcário, proporcionou aumento de rendimento de 535 kg/ha (48%). No primeiro caso, a curva de resposta estimada para fósforo se traduziu por uma linha reta. No segundo caso, isto é, quando presente o calcário, a curva de resposta a fósforo atingiu o seu máximo com uma dosagem pouco superior a 100 kg/ha de P₂O₅ (figura 3). Porém, a produção média obtida com a

dose tripla de fósforo, em ausência de calcário, foi inferior à conseguida com o nível de 50 kg/ha de P₂O₅, em parcelas com calcário.

Num segundo plantio, executado no mesmo local do ensaio anterior, sem adição de novas doses de adubos, observaram-se baixos rendimentos culturais, em consequência de pequena precipitação pluviométrica.

O fósforo apresentou ainda um efeito bastante pronunciado, mostrando-se significativas as componentes do primeiro e segundo graus, quando em presença de calcário, e a componente linear, estando ausente o calcário, cujo efeito, mostrado pela análise de variância, foi significativo.

Naquelas parcelas que não receberam calcário, por ocasião do primeiro plantio, o fósforo proporcionou aumentos de produção de até 64% em relação aos tratamentos sem este elemento fertilizante. Naqueles canteiros onde havia também o calcário, seu efeito foi mais pronunciado, chegando a elevar a produção a 77%.

Verifica-se que houve um comportamento semelhante ao do primeiro plantio, ou seja, a ascensão da curva de produção para fósforo, foi mais pronunciada quando presente o calcário. Neste caso, conforme mostra a figura 1, a produção para a dose tripla de fósforo (150 kg/ha) em ausência de calcário foi equivalente à produção da dose simples (50 kg/ha) em presença de calcário.

No terceiro plantio, realizado no período "das águas" do ano agrícola 1963/64, apenas o calcário apresentou efeito significativo, proporcionando um aumento médio de produção de 19%.

3.6. Ensaio de Ubá

À semelhança do ensaio de Ervália, que lhe é idêntico, inclusive na estação de plantio, diferindo apenas no ano agrícola, houve somente resposta à adubação fosfatada. O aumento percentual de rendimento atingiu a cifra arredondada de 52%, quando aplicados 120 kg/ha de P₂O₅, revelando-se altamente significativa a componente do primeiro grau.

Os dados de produção, em kg/ha, com a análise de variância, aparecem nos quadros 16 e 17, respectivamente, e a função linear para estes dados aparece na figura 3.

Não houve aumentos significativos de produção em consequência da aplicação de calcário.

QUADRO 16 - Produções médias do feijão, em kg/ha, do plantio de Ubá, para os diferentes níveis de P₂O₅, em ausência e presença de calcário.

| Níveis de calcário em kg/ha | Níveis de P ₂ O ₅ em kg/ha | | | Médias |
|-----------------------------|--|---------|---------|---------|
| | 0 | 60 | 120 | |
| 0 | 873,0 | 1.087,0 | 1.384,0 | 1.114,7 |
| 2.000 | 967,0 | 1.270,0 | 1.408,0 | 1.215,0 |
| Médias | 920,0 | 1.178,5 | 1.396,0 | |

Êrro padrão das médias dos tratamentos = 52,3

Êrro padrão das médias dos níveis de fósforo = 37,0

Êrro padrão das médias dos níveis de calcário = 30,2

QUADRO 17 - Análise de variância dos dados de produção, em g/parcela, do ensaio de Uba.

| Fontes de Variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|--------------------------|-------|---------|---------|---------|
| Calcário | 1 | 21.316 | 21.316 | |
| Rep. em Calcário | 2 | 359.599 | 179.800 | |
| Repetições | 3 | 380.915 | | |
| Efeito do N | 2 | 3.649 | 1.824 | |
| Efeito do P _L | 1 | 319.012 | 319.012 | 83,10** |
| Efeito do P _Q | 1 | 754 | 754 | |
| Efeito do K | 2 | 20.064 | 10.032 | 2,61 |
| Tratamentos | 8 | 353.586 | | |
| Int. N x Calc. | 2 | 16.355 | 8.178 | 2,13 |
| Int. P x Calc. | 2 | 8.891 | 4.446 | 1,16 |
| Int. K x Calc. | 2 | 7.185 | 3.592 | |
| Êrro | 18 | 69.108 | 3.839 | |
| Total | 35 | 836.040 | | |

C. V. = 11,0%

** F excede o nível de probabilidade de 1%.

Analisando os resultados destes seis ensaios experimentais, observa-se certa identidade entre os experimentos de Ponte Nova (segundo ensaio), Inhapim e Viçosa (primeiro plantio e primeiro efeito residual). Em todos êles se utilizaram quatro níveis de fósforo (0, 50, 100 e 150 kg/ha), e os dados de produção obtidos se distribuem de acordo com curvas do segundo grau.

As produções máximas foram conseguidas com doses de fósforo entre 100 e 110 kg/ha, exceto para o segundo plantio de Viçosa, em que esta produção foi alcançada com um nível próximo de 120 kg/ha de P_2O_5 (figuras 1, 2 e 3).

4. SUMÁRIO E CONCLUSÕES

No presente estudo, são analisados os resultados de seis ensaios experimentais com feijão, feitos em Minas Gerais, nos municípios de Ponte Nova (dois ensaios), Ervália, Viçosa e Ubá, todos na Zona da Mata, e em Inhapim, próximo a essa Zona.

Procurou-se estudar o efeito da aplicação de calcário e da adubação com sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio sobre a produção do feijoeiro, variedade Rico-23.

Adotou-se a localização dos adubos no fundo do sulco de plantio, em mistura com a terra, separando-os das sementes por intermédio de uma camada de solo de uns 2 cm de espessura. O calcário, aplicado sob a forma calcítica moída, foi colocado em cobertura, por ocasião do plantio, e misturado ao solo.

Em Ponte Nova, onde foram feitos dois ensaios experimentais, somente o fósforo imprimiu aumento de produção! No primeiro deles, a dose simples (60 kg/ha de P_2O_5), elevou a produção em 60,5 kg/ha (40%), enquanto que a dose dupla aumentou-a de 105,5 kg/ha (70%), em confronto com os tratamentos sem fósforo. No segundo ensaio, os aumentos de rendimento obtidos para as doses simples (50 kg/ha), dupla e tripla de P_2O_5 , em relação aos tratamentos sem fósforo, se equivaleram, atingindo mais de 420 kg/ha (62%).

Também em Ervália, as respostas se deveram ao fósforo! As parcelas sem adubo fosfatado produziram, em média, 362,5 kg/ha, em contraste com as produções de 502 e 667 kg/ha de feijão, quando se aplicou a dose simples (60 kg/ha) e a dose dupla de fósforo, respectivamente.

Em Inhapim, onde o fósforo foi usado em quatro níveis - 0, 50, 100 e 150 kg/ha de P_2O_5 - as produções para o segundo, terceiro e quarto níveis, não diferiram estatisticamente entre si. O aumento de produção observado, pela comparação entre a média das

produções destes três níveis com a média de produção dos tratamentos sem fósforo, foi de 272 kg/ha (39%).

Em Viçosa, onde se fizeram mais dois plantios, no mesmo lugar do primeiro, sem adição de novas doses de adubo, observou-se que no primeiro e segundo plantios, o fósforo e o calcário, este usado na razão de 2.000 kg/ha, tiveram influência no aumento da produção. No primeiro plantio, quando ausente o calcário, observou-se um rendimento de 992 kg/ha, nas parcelas sem fósforo, contra 1490 kg/ha, obtidos com a aplicação de 150 kg/ha de P₂O₅. O aumento de produção conseguido pela aplicação de 50 kg/ha de P₂O₅, nas parcelas com calcário, foi de 535 kg/ha (48%), não diferindo significativamente dos observados para os níveis de 100 e 150 kg/ha de fósforo.

No segundo plantio, o fósforo ainda proporcionou aumentos de rendimento, medidos em relação às parcelas sem fósforo, de até 132 kg/ha (64%), quando ausente o calcário, e 160 kg/ha (77%) em presença deste, com 150 kg/ha de P₂O₅.

Num terceiro plantio, verificou-se resposta apenas ao calcário, com uma produção de 1649 kg/ha, em confronto com o rendimento médio de 1383 kg/ha, nas parcelas sem calcário.

Em Ubá, somente o fósforo aumentou significativamente a produção. As parcelas sem este adubo deram, em média, 920 kg/ha, em comparação com 1178,5 kg/ha para as que receberam uma dose de fósforo (60 kg/ha) e 1396 kg/ha para aquelas com dose dupla.

Verificou-se alguma semelhança entre os resultados dos experimentos de Ponte Nova (segundo ensaio), Inhapim e Viçosa (primeiro e segundo plantios). Em todos os casos, a curva de produção para fósforo, usado em quatro níveis (0, 50, 100 e 150 kg/ha), traduziu-se por uma equação do segundo grau. Exetuando-se o segundo plantio de Viçosa, as produções máximas foram obtidas com doses de fósforo, entre 100 e 110 kg/ha. Naquele caso (segundo plantio de Viçosa), a causa desta produção foi um nível de P₂O₅ próximo de 120 kg/ha.

Com base nos resultados deste estudo, as seguintes conclusões podem ser tiradas:

1. O feijoeiro respondeu muito bem à adubação fosfatada, em todos os locais estudados.
2. O azôto e o potássio não mostraram nenhum efeito.
3. Num dos locais (Viçosa), o calcário apresentou efeito em três plantios sucessivos, e o fósforo nos dois primeiros. Verificou-se melhor aproveitamento deste quando em presença daquele.
4. Não se verificou interação entre fósforo e calcário.

5. SUMMARY

Fertility experiments to study the yield response of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to N, P, K, and lime were established on locations at Ponte Nova (two experiments), Ervália, Inhapim, Viçosa and Ubá in the State of Minas Gerais. The fertilizers used as sources of the above elements were ammonium sulfate, ordinary superphosphate, and potassium chloride. The limestone used was calcitic. All were applied at planting time.

Based on the results the following conclusions can be drawn:

1. Dry beans respond well to applications of ordinary superphosphate at all locations.
2. Response to lime was obtained only at the Viçosa location.
3. No responses were obtained to applications of potassium or nitrogen.
4. No significant interaction between phosphorus and lime was encountered.
5. Two additional plantings were made at Viçosa on the same plots without further addition of fertilizers or lime. The limed plots continued to show yield increases for both additional plantings. Significant responses to phosphorus occurred only in the first re-planting. Larger response to phosphorus was observed when lime was used.

6. LITERATURA CITADA

1. ANDRADE, M. E. e Coimbra, R. O. - Experimentos de adubação do feijão NPK. Belo Horizonte, X Reunião dos Técnicos em Experimentação, ano X (nº 6):11. 1953.
2. COCHRAN, W. G. e Cox, G. M. - Experimental designs. 2nd. ed. N. York, John Wiley & Sons, 1957. 617 p.
3. COURY, T. e Malavolta, E. - Localização do adubo em relação à semente. Anais Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 10:63-82. 1953.
4. GOMES, F. P. - Curso de Estatística Experimental. 2^a ed. Piracicaba, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", 1963. 384 p.
5. GOUVÉA, F. C., Andrade, M. E. e Coimbra, R. O. - Feijão. Adu-

- baçāo NPK, Bol. Agric., Minas Gerais 3 (11-12): 67-68. 1954.
6. LAUTON, K. e Kurtz, L.T. - Soil reaction and liming. In Yearbook of Agriculture. Washington. U. S. Department of Agric., 1957. p. 184-200.
7. MALAVOLTA, E. - Manual de Química Agrícola. 2^a ed. S. Paulo, Ed. Agron. "Ceres" Lt. da, 1959. 487 p.
8. MELO, C. P. de, Coimbra, R.O. e Silva, T. - Experimento de adubação de feijão das águas e da seca. Bol. Agric., Minas Gerais 4(11-12):138. 1955
9. SALTER, R.M. - Methods of applying fertilizers. In Yearbook of Agriculture. Washington, U. S. Department of Agric., 1938. p. 546-562.
10. SAYRE, C.B e Clark, A.W. - Rates of solution and movement of different fertilizers in the soil and the effect of the fertilizers on the germination and root development of beans. N. York State Agric. Exp. Sta., 1935. 67 p. (Tech. Bull. 231).
11. SILVA, T. e Gouvea, F.C. - Ensaio de adubação NPK para feijão. Bol. Agric., Minas Gerais 4(11-12):139. 1955.
12. VIEIRA, Clibas e Gomes, F.R. - Ensaios de adubação química do feijoeiro. Rev. Ceres, Viçosa 11(65):253-264. 1961.